

0-794023

На правах рукописи

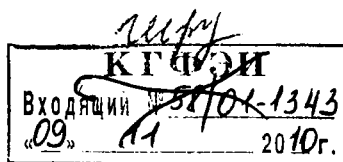
Штохова Ирина Николаевна

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ
СТРАХОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ РИСКОВ

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва
2010



Работа выполнена на кафедре «Математическое моделирование экономических процессов» ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, профессор
Лабскер Лев Григорьевич

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Капитоненко Валерий Владимирович

доктор экономических наук
Вилисов Валерий Яковлевич

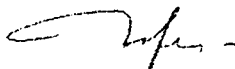
Ведущая организация: ГОУ ВПО «Всероссийский заочный финансово-экономический институт»

Защита состоится «1» декабря 2010 г. в 10-00 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 505.001.03 при ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д.55, аудитория 213.

С диссертацией можно ознакомиться в диссертационном зале Библиотечно-информационного комплекса ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49, комн. 203.

Автореферат разослан «28» октября 2010 г. и размещен на официальном сайте ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»: www.fa.ru

Ученый секретарь совета Д 505.001.03,
кандидат экономических наук, доцент



О.Ю. Городецкая

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000715154

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Воздушное сообщение соединяет людей, страны и культуры, обеспечивает доступ к глобальным рынкам, развивает торговые отношения и туризм, а также преодолевает границы между развитыми и развивающимися странами. Между тем, воздушные перевозки сопряжены с высокими рисками, носящими катастрофический характер, поскольку авиационное направление в транспортной отрасли напрямую связано с разработкой, созданием и эксплуатацией объектов повышенной опасности. Несмотря на то, что безопасность авиационных перевозок является приоритетным направлением в отрасли, статистика авиационных происшествий свидетельствует о том, что авиационный транспорт все еще не является абсолютно безопасным. Это связано с тем, что авиационная безопасность не зависит исключительно от авиакомпании или региона эксплуатации, а связана с глобальной авиационной инфраструктурой, включающей в себя деятельность аэропортов, воздушное пространство, систему управления воздушным движением и т.д. В случае же серьезного авиационного происшествия авиакомпания несет огромные убытки: одни только прямые убытки авиакомпании складываются не только из стоимости поврежденной / утраченной авиационной техники, но и из огромных расходов на урегулирование претензий по ответственности перед пассажирами и третьими лицами, жизни/здоровью или имуществу которых нанесен вред / причинен ущерб. В этой связи в системе управления рисками авиакомпании особое значение имеет страхование рисков авиакаско воздушного судна и ответственности авиаперевозчика. А между тем, предоставляя авиакомпании страховую защиту, страховая компания сама становится подвержена особым рискам – рискам страховщика, огромным по своему потенциальному размеру обязательствам, вытекающим из договоров страхования авиационных рисков. Учитывая ряд особенностей страхования авиационных рисков, среди которых необходимость наличия у страховой компании огромных средств и подверженность рискам катастрофических убытков, для страховой компании становится актуальной проблема поиска и выбора оптимальных методов страховой защиты страховщика – программ по передаче и/или разделению первичного риска, принимаемого на страхование.

Недостаточная разработанность проблемы выбора оптимального метода страховой защиты страховщика авиационных рисков, отсутствие апробированных рекомендаций по практической реализации подходов к выбору оптимального метода определили актуальность исследования и обусловили выбор темы диссертации.

Степень научной проработанности проблемы. Общие вопросы, связанные с методами страховой защиты страховщика, их особенностями и практикой применения рассматриваются в работах К. Пфайффера, Д. Бланда, Д. Рейма и Дж. Лэнгфорда, экспертов компании Swiss Re – П. Бауэра, К. Багмэна, Р. Энца, Дж. Фридлоса, М. Куна, а также в работах российских специалистов – Л.А. Орланюк-Малицкой, К.Е. Турбиной, Ю.А. Сплетухова, Е.Ф. Дюжикова, А.Г. Ивасенко, Я.И. Никоновой, Г.В. Черновой, А.П. Архипова, В.Б. Гомелля, Д.С. Туленты, Н.Б. Грищенко и др.

Исследование широкого круга вопросов в рамках одного из направлений теории принятия решений – теории игр проводится в работах Дж. фон Неймана и О. Morgenштерна, Г. Оуэна, Э. Мулсна, Е.С. Вентцель, Л.А. Петросяна, Н.А. Зенкевича, Н.Н. Воробьева, И.Д. Протасова, А.В. Крушевского, а критериальных подходов в оптимизации – в работах Т. Байеса, П.-С. Лапласа, А. Вальда, Л. Гурвица, Ю.Б. Гермейера.

Ряд работ ведущих зарубежных исследователей охватывает проблемы деления риска страховщика и особенности техники расчетов в области актуарной математики – Н. Бауэрс, Х. Гербер, Д. Джонс, С. Несбитт, Дж. Хикман, а также математического моделирования в страховании – исследования Ж. Лемера, Т. Мака, Г. Бенкхандера, Дж. Джанга, К. Филипсона, К. Борха, О. Хесселагера, Х. Вербееса, Э. Песонена, С. Вайда, Л. Центено, О. Симо, М. Андреакиса, Г. Вотерса.

Проведенный анализ существующих моделей в области управления риском страховщика привел к выводу о сложности, а зачастую и невозможности применения данных моделей для анализа и решения задачи о выборе оптимального метода страховой защиты страховщика авиационных рисков, поскольку большинство моделей основано на применении методов математической статистики, в основном – закона больших чисел, в то время как использование данного закона неэффективно для оценки авиационных рисков.

Таким образом, существует необходимость разработки математической модели, которая позволяла бы комплексно решать задачу выбора оптимального метода страховой защиты страховщика авиационных рисков путем сопоставления всех имеющихся в распоряжении страховой компании альтернатив, предоставляла бы возможность задавать целевую функцию на основании выбираемых страховой компанией параметров оптимизации, учитывать разные сценарии развития ситуации в исследуемом поле параметров, проводить анализ с учетом разной степени принятия риска руководством страховой компании. Необходимость создания такой модели определила цель и задачи диссертационного исследования.

Целью диссертационного исследования является решение задачи оптимизации управления риском страховщика с помощью разработанной для этого теоретико-игровой модели.

Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- 1) исследовать особенности страхования авиационных рисков, провести сравнительный анализ существующих моделей в области управления страховым риском страховщика;
- 2) построить комбинированную функцию сравнения стратегий страховщика и на ее основе разработать критерий принятия решений по выбору оптимального метода страховой защиты страховщика;
- 3) определить критерий принятия решений относительно выигрышей и относительно рисков, количественно характеризующих упущенную игроком возможность максимального выигрыша;
- 4) разработать математическую (теоретико-игровую) модель для анализа задачи страхования авиационных рисков;
- 5) провести моделирование данных по деятельности страховой компании, занимающейся страхованием авиационных рисков, и проанализировать задачу страхования авиационных рисков с помощью построенной модели.

Объектом исследования является управление риском страховщика авиационных рисков.

Предметом исследования является теоретико-игровое моделирование принятия решений в страховании.

Теоретической и методологической основой исследования послужили теоретические и методологические положения, содержащиеся в трудах российских и зарубежных авторов в области страхования и перестрахования, применения математического моделирования в страховании, а также теоретико-игрового моделирования.

При решении конкретных задач использовался аппарат теории статистических игр, теоретико-игрового моделирования, теории вероятностей и математической статистики, линейных многомерных пространств, методы экспертных оценок, элементы кластерного и сценарного анализа, а также программно-инструментальные средства MS Excel.

Область исследования соответствует п. 1.1 «Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики,

эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании» и п. 1.4: «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений» паспорта ВАК РФ по специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики.

Информационную основу исследования составили фундаментальные и прикладные работы отечественных и зарубежных авторов по авиационному страхованию, по вопросам математики рискового страхования и теоретико-игрового моделирования, нормативно-правовые акты Российской Федерации, методические разработки в области перестрахования, страхования специальных рисков и их анализа, источники Интернет, статистические данные по работе страховых компаний, отчеты аналитических агентств.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в обосновании предпосылок и разработке теоретико-игровой модели выбора оптимальных методов страховой защиты страховщика авиационных рисков.

Новыми являются следующие положения диссертационной работы:

1) построена комбинированная функция сравнения стратегий (тем самым сформирована сравнительная структура потенциальной теоретико-игровой модели), и на ее основе разработан комбинированный критерий для принятия решений об оптимальности стратегий в условиях риска, названный критерием Гермейера-Гурвица;

2) разработанный критерий Гермейера-Гурвица определен для решения игр с природой как относительно выигрышей, так и относительно рисков, а также сформировано смешанное расширение разработанного критерия Гермейера-Гурвица;

3) применительно к разработанному критерию получены следующие результаты:

- доказана теорема существования в любой игре с природой стратегии, оптимальной во множестве смешанных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей;

- доказана теорема существования в любой игре с природой стратегии, оптимальной во множестве смешанных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно рисков;

- предложены математико-формализованные методы выбора показателя оптимизма критерия Гермейера-Гурвица;

- предложены геометрические и аналитические методы (соответствующие алгоритмы и формулы) отыскания оптимальных стратегий в играх с природой $2 \times n$;

- определен синтетический критерий Гермейера-Гурвица.

4) на основе разработанного критерия Гермейера-Гурвица построена теоретико-игровая модель выбора оптимальных методов страховой защиты страховщика авиационных рисков;

5) разработана методика сценарного моделирования данных по авиационному портфелю, учитывающая разные подходы страховой компании к подбору и анализу данных по количеству и размеру убытков страхования авиационных рисков.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии теоретико-игрового аппарата экономических исследований и его применении для повышения обоснованности управленческих решений.

Практическая значимость результатов состоит в том, что разработанные в диссертации теоретико-игровая модель оптимизации управления риском страховщика и методика сценарного моделирования данных по авиационному портфелю ориентированы на широкое использование при решении задач оптимизации, анализа методов страховой защиты страховщика при подготовке соответствующих рекомендаций для принятия управленческих решений в страховой компании.

Построенная модель является универсальной и может применяться не только для решения задачи страхования авиационных рисков, но и целого ряда задач оптимизации в страховании специальных рисков.

Предложенная методика сценарного моделирования данных по авиационному портфелю может быть использована не только в рамках решения задачи о выборе оптимального метода страховой защиты страховщика, но и задач среднесрочного и долгосрочного прогнозирования убыточности авиационного портфеля, подготовке рекомендаций при бюджетном планировании.

Практическое значение имеют:

- теоретико-игровая модель оптимизации выбора методов страховой защиты страховщика авиационных рисков;

– методика сценарного моделирования данных по авиационному портфелю, учитывающая разные подходы страховой компании к подбору и анализу данных по количеству и размеру убытков страхования авиационных рисков.

Отдельные фрагменты диссертационного исследования могут быть использованы при изучении студентами бакалавриата и магистратуры дисциплин «Теория игр», «Математика рискованного страхования», «Экономико-математическое моделирование», «Теория принятия решений», «Исследование операций». Некоторые выводы проведенного исследования могут оказаться небесполезными для преподавателей, ведущих соответствующие курсы и аспирантов соответствующих специальностей.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы также при повышении квалификации специалистов в области математического моделирования в страховании и теории принятия управленческих решений.

Апробация и внедрение результатов исследования.

Основные положения и результаты диссертационного исследования были изложены и обсуждены на следующих научных конференциях:

- 1). Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2005», секция «Экономика», Москва, 12-15 апреля 2005 г. (Почетная грамота за лучший доклад на секции «Экономика»);
- 2). XLIV Международная научная студенческая конференция «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, 11-13 апреля 2006 г. (Диплом второй степени за работу, представленную на Международную студенческую конференцию «Студент и научно-технический прогресс»);
- 3). II-ая международная научная конференция «Современные проблемы прикладной математики и математического моделирования», Воронеж, 11-16 декабря 2007 г.;
- 4). Международная научная конференция «Молодежь и экономика», Ярославль, 15 апреля 2009 г.;
- 5). 8-я Международная ФАМ конференция по финансово-актуарной математике и смежным вопросам, Красноярск, 24-26 апреля 2009 г.;
- 6). Всероссийская конференция молодых учёных и студентов «Моделирование социально-экономических процессов: современные тенденции и подходы», Хабаровск, 25-27 мая 2009 г.;
- 7). VII Международная научно-практическая конференция «Управление в социальных и экономических системах», Пенза, 01-30 ноября 2009 г.;

8). VIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Информационные технологии и математическое моделирование» (ИТММ-2009), Анжиро-Судженск, 13-14 ноября 2009 г.;

9). Всероссийская научно-практическая конференция «Математика, информатика, естествознание в экономике и обществе», Москва, МФЮА, 16-17 ноября 2009 г.;

10). Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экономики, менеджмента, маркетинга», Белгород, 17-19 ноября 2009 г.;

11). Дальневосточная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по теоретической и прикладной математике, Владивосток, 19-21 ноября 2009 г.;

12). I Международная научно-практическая конференция «Наука и современность – 2010», Новосибирск, март 2010 г.

Материалы диссертации были представлены на научных семинарах «Актуальные проблемы экономико-математического моделирования» (руководитель – профессор В.А. Бывшев) и «Теория игр» (руководитель – профессор Л.Г. Лабскер).

Исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ ФГОБУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», проводимых в соответствии с Комплексной темой: «Инновационное развитие России: социально-экономическая стратегия и финансовая политика» по межведомственной подтеме «Экономико-математический подход к измерению инновационного роста».

Результаты исследования нашли практическое применение в деятельности страховой компании ОСАО «Ингосстрах». Используемые в аналитической работе компании авторские методика моделирования данных по авиационному портфелю и теоретико-игровая модель анализа перестраховочной защиты способствуют оптимизации финансового результата по направлению страхования авиационных рисков, подготовке проектов бюджета на очередной финансовый год, а также выработке рекомендаций по совершенствованию андеррайтинговой политики.

Отдельные фрагменты диссертации включены в учебные программы по дисциплине «Теория игр», читаемые на факультете «Математические методы и анализ рисков» ФГОБУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации».

Внедрение указанных результатов исследования подтверждается соответствующими справками о внедрении.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ общим объемом 3,41 п.л., в том числе авторский текст – 2,85 п.л. Две статьи общим объемом 1,74 п.л. (авторский объем – 1,18 п.л.) опубликованы в журналах, определенных ВАК.

Структура и объем работы. Структура диссертации обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 130 наименований, и 2-х приложений. Диссертация включает 66 формул, 27 таблиц, 3 графика, 7 рисунков и 1 схему. Общий объем работы составляет 177 страниц.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Первый блок исследуемых вопросов связан с анализом особенностей авиационного страхования и существующих моделей и подходов к выбору оптимального метода страховой защиты страховщика.

На первом этапе исследования была определена особая роль страхования в системе управления рисками авиакомпаний:

- на основе проведенного исследования обосновано важное значение воздушных перевозок в экономическом и социальном аспектах функционирования современного общества;

- в результате проведенного анализа авиационных рисков в части безопасности полетов обозначены основные факторы риска при осуществлении воздушных перевозок и показано, что транспортная отрасль в части воздушных перевозок все еще не является абсолютно безопасной и сопряжена с высокими рисками, носящими катастрофический характер;

- на основе проведенной оценки размера прямого ущерба авиакомпании в отношении имущества (воздушное судно) и ответственности (перед пассажирами и третьими лицами) в случае серьезного авиационного происшествия и ее сравнения с годовой прибылью от операционной деятельности авиакомпании сделано заключение о сопоставимости размера убытка с прибылью лишь двадцати крупнейших авиакомпаний мира.

На основе результатов проведенного анализа показано, что страхование имеет огромное значение в системе управления производственными рисками авиакомпании, а, предоставляя авиакомпании страховую защиту, страховщик сам становится подвержен особым рискам – рискам страховщика, огромным по своему

потенциальному размеру обязательствам, вытекающим из договоров страхования авиационных рисков.

В работе отмечено, что ни в российском законодательстве, ни в международном нет официального определения понятия «авиационное страхование». Согласно определению Р. Марго¹, в широком понимании, авиационное страхование охватывает страхование рисков, связанных с 1) изготовлением/производством, владением, управлением и техническим обслуживанием воздушных судов; 2) управлением авиационным оборудованием и помещениями на земле.

На следующем этапе исследования были выявлены и комплексно проанализированы особенности авиационных рисков и специфика их страхования, на основании чего сделан вывод о необходимости разработки и реализации методов страховой защиты страховщика авиационных рисков. Прежде всего, это связано с тем, что портфель авиационных рисков прямого страховщика считается несбалансированным портфелем, поскольку характеризуется большим объемом риска с небольшим количеством застрахованных объектов, причем, происходит кумуляция страховых сумм / лимитов по каско покрытию и покрытию ответственности, в связи с чем такие риски не может нести один страховщик.

Проведенный анализ основных методов страховой защиты страховщика, среди которых 1) методы, основанные на принципах сострахования, 2) методы, основанные на передаче рисков в перестрахование, 3) альтернативные методы передачи риска, с точки зрения их преимуществ, недостатков, специфики применения позволил выявить проблему отсутствия унифицированного подхода к выбору оптимального метода страховой защиты страховщика: решение данной задачи проводится каждым страховщиком индивидуально в зависимости от подходов к принятию решения.

На основании результатов проведенного анализа существующих моделей в области управления риском страховщика сделан вывод о сложности, а зачастую и невозможности применения данных моделей для анализа и решения задачи о выборе оптимального метода страховой защиты страховщика авиационных рисков, поскольку

1) существующие разработки можно охарактеризовать как модели, направленные на решение локальных задач о выборе определенных [оптимальных] параметров при наличии допущений/предположений относительно функции распределения годового убытка и целевой функции, т.е. модели, позволяющие определить привлекательность для страховщика конкретного договора перестрахования. Между тем, на практике,

¹ Margo Rod D. Aviation Insurance. The law and practice of aviation insurance, including hovercraft and spacecraft insurance / Rod D. Margo. – London: Butterworths, 2000. – 862 p. (p. 10).

большинство «оптимизируемых» такими моделями параметров являются либо заданными для страховой компании, либо определяются менеджментом или акционерами компании.

2) стандартный подход большинства актуариев к оценке риска заключается в группировке страхователей / клиентов по определенным категориям. Критерием отнесения страхователя к определенной группе считается его подверженность рискам определенного типа. Чем больше группа, тем ближе будет средний убыток к его статистической оценке. Актуариями для оценки таких рисков используется подход, основанный на Законе больших чисел. Но подход эффективен, и оценки получаются состоятельные для рисков автокаско, рисков огневого страхования, где страховой рынок представлен большим количеством достаточно однородных объектов страхования. Использование Закона больших чисел неэффективно для оценки авиационных рисков, характеризуемых небольшим числом воздушных судов в мире.

В рамках данного этапа исследования были выявлены основные критерии, которым должен отвечать инструментарий страховой компании по выбору оптимального метода страховой защиты страховщика:

1) комплексно решать задачу выбора оптимального метода страховой защиты страховщика путем сопоставления всех имеющихся в распоряжении страховой компании альтернатив;

2) задавать целевую функцию на основании выбираемых страховой компанией параметров оптимизации;

3) учитывать разные сценарии развития ситуации в исследуемом поле параметров;

4) проводить анализ с учетом разной степени склонности к риску руководства страховой компании;

5) оптимизировать вычислительные операции, сделав расчеты максимально доступными для проведения с помощью стандартного пакета прикладных программ.

В диссертационном исследовании в качестве такого инструментария предложен подход, основанный на теоретико-игровом моделировании задачи страхования авиационных рисков (модель – Игра с Природой). Выбор метода страховой защиты страховщика предложено осуществлять с применением критериев оптимальности, в частности, с помощью специально разработанного критерия Гермейера-Гурвица. Подход является инновационным для исследуемой предметной области, поскольку до недавнего времени разработка и внедрение аппарата теоретико-игрового моделирования в экономических областях, в частности, в страховании, являлись

достаточно редким явлением. Некоторые факты и рациональная мотивация свидетельствуют о том, что такой подход отвечает обозначенным требованиям к инструментарию принятия решений в страховой компании.

Второй блок исследуемых вопросов связан с разработкой математического аппарата – критерия оптимальности Гермейера-Гурвица принятия решений в модели «Игра с Природой».

В качестве математической модели рассмотрена игра с Природой, в которой заняты два участника. Один из них – сознательный участник (Игрок A), обладающий $m (\geq 2)$ чистыми альтернативными стратегиями A_1, A_2, \dots, A_m , из которых он может осознанно выбрать наиболее выгодную для себя, оптимальную в смысле определенного критерия оптимальности. В качестве другого участника игры приняты условия, в которых Игроку приходится принимать решение о выборе стратегии и которые существенно влияют на результаты выбора Игрока: Природа, которая неосознанно, неопределенным, случайным образом может пребывать в одном из $n (\geq 2)$ своих состояний P_1, P_2, \dots, P_n , не преследуя никакой цели и абсолютно безразлично к возможным результатам игры.

Предполагается, что Игрок в состоянии количественно оценить свой «выигрыш» a_{ij} , $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, n}$, при каждой выбранной им стратегии A_i , $i = \overline{1, m}$ и каждом состоянии природы P_j , $j = \overline{1, n}$.

Массив всех $m \cdot n$ выигрышей удобно представить в виде матрицы A выигрышей Игрока A размера $m \times n$:

$$A = \begin{array}{c|ccccc} & P_j & P_1 & P_2 & \dots & P_n \\ \hline A_i & & & & & \\ A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{array} \quad (1)$$

Вектор $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ вероятностей q_1, q_2, \dots, q_n соответственно состояний Природы P_1, P_2, \dots, P_n , удовлетворяющих условиям,

$$q_j > 0, \quad j = \overline{1, n}; \quad \sum_{j=1}^n q_j = 1, \quad (2)$$

известен, таким образом, решение принимается в условиях риска.

Путем поэлементного умножения выигрышей при каждом состоянии Природы в столбцах матрицы A на вероятности соответствующих состояний Природы из матрицы A может быть получена матрица выигрышей Гермейера $G^p(q)$ ¹.

Для завершения описания игры с природой в общем виде остается определить критерий оптимальности стратегий: критерий Гермейера-Гурвица.

С точки зрения содержательной части, критерий Гермейера-Гурвица можно охарактеризовать как критерий Гурвица, применяемый к матрице Гермейера $G^p(q)$. Разработанный критерий Гермейера-Гурвица является комбинированным критерием. Критерий позволяет лицу, принимающему решение (ЛПР), более взвешенно подходить к анализу данных, дает ЛПР возможность более полно использовать в аналитическом процессе доступную информацию: как экстремальные значения функций выигрышей, так и вероятностные характеристики состояний Природы. Разработанный критерий позволяет оптимизировать процесс принятия решения за счет упрощения процедуры обработки данных: для ЛПР снимается необходимость отдельно анализировать вероятностные параметры, отдельно – сами исходные данные. Более того, за счет сглаживания с помощью показателя оптимизма экстремальных значений (минимальных и максимальных) выигрышей критерий является применимым для ЛПР с разной степенью принятия риска, т.к. в структуре критерия уже заложена возможность его «настраивания» в соответствии с предпочтениями ЛПР.

1) *Критерий Гермейера-Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно выигрышей*

Показатель оптимизма Игрока A в критерии Гермейера-Гурвица будем обозначать через $\lambda \in [0,1]$. Показатель пессимизма будет равен $(1-\lambda) \in [0,1]$. Для краткости критерий Гермейера-Гурвица с показателем оптимизма λ будем называть $(GHur)^p(q, \lambda)$ -критерием.

Показателем эффективности стратегии A_i по $(GHur)^p(q, \lambda)$ -критерию назовем число: $(GHur)^p_i(q, \lambda) = (1-\lambda) \min_{1 \leq j \leq m} (q_j \cdot a_{ij}) + \lambda \max_{1 \leq j \leq m} (q_j \cdot a_{ij})$, $i = \overline{1, m}$.

Ценой игры во множестве $S_A^c = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ² по $(GHur)^p(q, \lambda)$ -критерию назовем максимальный из $(GHur)^p_i(q, \lambda)$ -показателей эффективности стратегий:

$$(GHur)^p_{S_A^c}(q, \lambda) = \max_{1 \leq i \leq m} (GHur)^p_i(q, \lambda).$$

¹ Буква «р» – первая буква английского payoff [выигрыш], а «q» – вектор вероятностей.

² Буква «с» в обозначении S_A^c – первая буква английского clear [чистый] дает ссылку на чистые стратегии Игрока A .

Оптимальной по $(GHur)^f(q, \lambda)$ -критерию относительно выигрышей назовем стратегию A_k , $(GHur)^f(q, \lambda)$ -показатель эффективности которой совпадает с $(GHur)_{S_A}^f(q, \lambda)$ -ценой игры: $(GHur)_k^f(q, \lambda) = (GHur)_{S_A}^f(q, \lambda)$.

При принятии решения по критерию Гермейера-Гурвица на Игрока (являющегося ЛПР) ложится большая ответственность, поскольку именно он выбирает показатель своего оптимизма $\lambda \in [0, 1]$ и, следовательно, – показатель своего пессимизма $(1 - \lambda) \in [0, 1]$, который существенным образом влияет на понятие оптимальности стратегии. Принимая во внимание важность определения показателя оптимизма, в работе предложены некоторые математико-формализованные методы выбора показателя оптимизма критерия (в зависимости от выигрышей Игрока A и вероятностей состояний Природы).

2) Критерий Гермейера-Гурвица оптимальности смешанных¹ стратегий относительно выигрышей

В силу того, что рассмотрение всех смешанных стратегий в некоторых случаях приводит к лучшему решению поставленной задачи², критерий Гермейера-Гурвица относительно выигрышей был определен на множестве смешанных стратегий.

Имеется игра с природой размера $(m \geq 2) \times (n \geq 2)$ с матрицей выигрышей (1) и вероятностями состояний природы q_1, q_2, \dots, q_n , удовлетворяющими условиям (2). Через S_A обозначено множество всех смешанных стратегий $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ Игрока A .

Выигрыш $H(P; \Pi_j)$, $j = \overline{1, n}$ Игрока A при смешанной стратегии $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ и при состоянии природы Π_j определяется следующей формулой: $H(P; \Pi_j) = \sum_{i=1}^m p_i a_{ij}$, $j = \overline{1, n}$, где a_{ij} , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$ – элементы матрицы выигрышей (1).

Показателем эффективности смешанной стратегии $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей назовем следующую величину:

$$(GHur)^f(P, q, \lambda) = (1 - \lambda) \cdot \min_{1 \leq j \leq n} [q_j \cdot H(P; \Pi_j)] + \lambda \cdot \max_{1 \leq j \leq n} [q_j \cdot H(P; \Pi_j)], \quad P \in S_A.$$

Ценой игры в смешанных стратегиях по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей назовем наибольший из показателей эффективности

¹ Смешанная стратегия игрока – действие игрока A , состоящее в случайном выборе им одной из своих чистых стратегий с определенной вероятностью.

² Лабскер Л.Г. Теория критериев оптимальности и экономические решения: монография / Л.Г. Лабскер. – М.: КНОРУС, 2008. – 744 с. (с.27).

смешанных стратегий по тому же критерию. Обозначая цену игры в смешанных стратегиях через $(GHur)_{S_A}^p(q, \lambda)$, будем иметь:

$$(GHur)_{S_A}^p(q, \lambda) = \max_{P \in S_A} (GHur)^p(P, q, \lambda).$$

Оптимальной во множестве S_A смешанных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей назовем стратегию $P^o = (p_1^o, p_2^o, \dots, p_m^o)$ с наибольшим показателем эффективности по тому же критерию:

$$(GHur)^p(P^o; q, \lambda) = \max_{P \in S_A} (GHur)^p(P; q, \lambda).$$

В связи с тем, что множество S_A смешанных стратегий бесконечно, в диссертации доказана теорема существования в любой игре с природой стратегии, оптимальной во множестве смешанных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей.

Принимая во внимание тот факт, что процедура поиска оптимальной смешанной стратегии с учетом размерности матрицы выигрышей Гермейера является достаточно сложной, а для практических целей зачастую возникает необходимость в поиске оптимальной смешанной стратегии, составленной из двух чистых стратегий, в работе были предложены *геометрический и аналитический методы отыскания оптимальных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей в играх $2 \times n$* .

Рассмотрим игру с природой размера $2 \times n$: Игрок A обладает двумя чистыми стратегиями, а Природа Π характеризуется $n (\geq 2)$ состояниями. В работе предложен следующий *алгоритм отыскания оптимальных стратегий*:

1) Берем горизонтальный отрезок $[0,1]$, через концы которого проводим два перпендикуляра, на левом из которых от точки его пересечения с отрезком $[0,1]$ откладываем все элементы 1-й строки матрицы Гермейера, на правом – 2-й строки.

2) Каждую пару точек, изображающих элементы матрицы Гермейера и стоящих в j -м столбце, соединяем отрезком. В итоге получаем n отрезков, представляющих собой графики линейных функций $q_j H(P, \Pi_j) = q_j(a_{2j} - a_{1j})p + q_j a_{1j}$, $p \in [0,1]$, $j = \overline{1, n}$.

3) Выделяем верхнюю $M^p(P) = \max_{1 \leq j \leq n} [q_j \cdot (a_{2j} - a_{1j}) \cdot p + q_j a_{1j}]$ и нижнюю $G^p(P) = \min_{1 \leq j \leq n} [q_j \cdot (a_{2j} - a_{1j}) \cdot p + q_j a_{1j}]$ огибающие семейства построенных отрезков $q_j H(P, \Pi_j) = q_j(a_{2j} - a_{1j})p + q_j a_{1j}$, $j = \overline{1, n}$ аргумента $p \in [0,1]$.

4) Находим абсциссы точек излома верхней и нижней огибающих. Они разбивают отрезок $[0,1]$, показывающий значение вероятности выбора одной из чистых стратегий в составе смешанной стратегии, на несколько отрезков, координаты которых

не зависят от параметра λ . Пусть одна из точек излома, например, нижней огибающей образована пересечением двух отрезков, заданных следующими уравнениями: 1-й отрезок: $q_j H(P, \Pi_j) = q_j (a_{2j} - a_{1j})p + q_j a_{1j}$, $p \in [0, 1]$, $j = \overline{1, n}$, 2-й отрезок: $q_j H(P, \Pi_j) = q_j (a_{2j} - a_{1j})p + q_j a_{1j}$, $p \in [0, 1]$, $j = \overline{1, n}$. Тогда абсцисса точки пересечения находится по следующему формуле: $p^* = \frac{q_j a_{1j} - q_j a_{1j}}{q_j (a_{2j} - a_{1j}) - q_j (a_{2j} - a_{1j})}$. В диссертации доказано, что знаменатель в данной формуле не равен нулю ни при каких значениях параметров, составляющих знаменатель данной формулы.

5) Корректируем отрезки верхней и нижней огибающих на коэффициенты λ и $(1 - \lambda)$ соответственно: умножаем угловой коэффициента $q_j(a_{2j} - a_{1j})$ при p и свободный член $q_j a_{1j}$ на коэффициент $(1 - \lambda)$ (если отрезок входит в состав нижней огибающей) или на коэффициент λ (если отрезок входит в состав верхней огибающей). Согласно разбиению оси $[0, 1]$ из п.4 формируем итоговую ломаную из отрезков, уравнения которых получаются путем сложения соответствующих скорректированных с учетом λ и $(1 - \lambda)$ отрезков верхней и нижней огибающих.

6) Находим наивысшую точку итоговой ломаной, полученной в п.5. Абсцисса $p^* \in [0, 1]$ этой точки является вероятностью выбора Игроком A чистой стратегии A_j в $(GHur)^p(q, \lambda)$ -оптимальной смешанной стратегии $P^O = (1 - p^O, p^O)$. Ордината наивысшей точки нижней огибающей является $(GHur)^p(q, \lambda)$ -ценой игры в смешанных стратегиях $(GHur)_{S_x}^p(q, \lambda)$. Верхний из двух концов полученной в п.5 ломаной (лежащих на перпендикулярах) есть $(GHur)_{S_x}^p(q, \lambda)$ -цена игры в чистых стратегиях.

3) Критерий Гермейера-Гурвица оптимальности чистых стратегий относительно рисков

Элементы матрицы рисков r_{ij} Игрока A при выборе им чистой стратегии A_i и при состоянии природы Π_j получаются как разность между показателем благоприятности $\beta_j = \max_{1 \leq i \leq m} a_{ij}$, $j = \overline{1, n}$ состояния природы Π_j и выигрышем a_{ij} : $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$.

На основании матрицы выигрышей (1) в соответствии с приведенным определением риска сформируем матрицу рисков $R = (r_{ij})_{i=1,2,\dots,m}^{j=1,2,\dots,n}$. Затем путем поэлементного умножения значений матрицы рисков на соответствующие значения вероятностей состояний природы получим матрицу рисков Гермейера.

Показатель неэффективности чистой стратегии A_i по критерию Гермейера-Гурвица относительно *рисков* определим следующим образом:

$$(GHur)'_i(q; \lambda) = (1 - \lambda) \max_{1 \leq j \leq n} (q_j - r_{ij}) + \lambda \min_{1 \leq j \leq n} (q_j - r_{ij}), \quad i = \overline{1, m}.$$

Ценой игры по критерию Гермейера-Гурвица относительно *рисков* в чистых стратегиях назовем минимальный из показателей неэффективности стратегий игрока:

$$(GHur)'_{S_A^c}(q; \lambda) = \min_{1 \leq i \leq m} \{(GHur)'_i(q; \lambda)\}.$$

Чистую стратегию A_k назовем *оптимальной* по критерию Гермейера-Гурвица относительно *рисков* во множестве чистых стратегий S_A^c , если ее показатель неэффективности по критерию Гермейера-Гурвица относительно *рисков* совпадает с ценой игры по тому же критерию:

$$(GHur)'_k(q; \lambda) = \min_{1 \leq i \leq m} (GHur)'_i(q; \lambda).$$

4) Критерий Гермейера-Гурвица оптимальности смешанных стратегий относительно *рисков*

Пусть задана матрица *рисков* R , а *риск* при выборе Игроком A смешанной стратегии $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ и при состоянии природы Π_j определяется как разность: $r(P, \Pi_j) = [\max_{U \in S_A} H(U, \Pi_j)] - H(P, \Pi_j)$, между максимальным выигрышем $\max_{U \in S_A} H(U, \Pi_j)$ среди выигрышей при всех смешанных стратегиях $U = (u_1, \dots, u_n) \in S_A$ и при состоянии природы Π_j и выигрышем $H(P, \Pi_j)$ при смешанной стратегии $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ и при том же состоянии природы.

Показатель неэффективности смешанной стратегии $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ по критерию Гермейера-Гурвица относительно *рисков* определим следующим образом:

$$(GHur)'(P; q; \lambda) = (1 - \lambda) \cdot \max_{1 \leq j \leq n} [q_j - r(P, \Pi_j)] + \lambda \cdot \min_{1 \leq j \leq n} [q_j - r(P, \Pi_j)], \quad P \in S_A.$$

Ценой игры в смешанных стратегиях по критерию Гермейера-Гурвица относительно *рисков* назовем наименьший из показателей неэффективности смешанных стратегий по тому же критерию:

$$(GHur)'_{S_A}(q; \lambda) = \min\{(GHur)'(P; q; \lambda) : P \in S_A\}.$$

Оптимальной во множестве S_A смешанных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно *рисков* назовем стратегию $P^o = (p_1^o, p_2^o, \dots, p_m^o)$ с наименьшим показателем неэффективности по тому же критерию:

$$(GHur)'(P^o; q; \lambda) = \min\{(GHur)'(P; q; \lambda) : P \in S_A\}.$$

Принимая во внимание, что множество смешанных стратегий S_A бесконечно, в работе доказано, что функция $(GHur)'(P; q; \lambda)$ достигает на множестве S_A своей нижней грани, т.е. в любой игре с Природой существует стратегия, оптимальная во множестве смешанных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно рисков.

В работе также предложены *геометрический и аналитический методы отыскания оптимальных стратегий по критерию Гермейера-Гурвица относительно рисков в играх с природой $2 \times n$* .

5) Синтетический критерий Гермейера-Гурвица

Синтетический критерий Гермейера-Гурвица представляет собой выпуклую комбинацию функций эффективности критерия Гермейера-Гурвица относительно выигрышей и относительно рисков.

Рассматривается произвольное непустое замкнутое подмножество S множества S_A всех смешанных стратегий Игрока A . На данном множестве функция синтетической эффективности стратегий игрока относительно комбинации функций выигрышей и рисков определяется как разность следующего плана:

$$(GHur)''(P; q; \lambda; \tau) = \tau[(GHur)''(P; q; \lambda)] - (1 - \tau)[(GHur)'(P; q; \lambda)],$$

где величина $\tau \in [0; 1]$ и характеризует степень предпочтения, которое Игрок A отдает показателям, основывающимся на анализе выигрышей, по отношению к показателям, рассчитываемым на основе матрицы рисков, которым ставится в соответствие уже значение величины $(1 - \tau)$.

Значение функции синтетической эффективности для конкретной стратегии $P \in S$ назовем $(GHur)''(q; \lambda; \tau)$ -показателем эффективности данной стратегии и определим следующей формулой:

$$(GHur)''(q; \lambda; \tau) = \tau[(1 - \lambda) \cdot \min_{1 \leq j \leq m} [q_j \cdot H(P, \Pi_j)] + \lambda \cdot \max_{1 \leq s \leq n} [q_s \cdot H(P, \Pi_s)]] - \\ - (1 - \tau)[(1 - \lambda) \cdot \max_{1 \leq j \leq m} [q_j \cdot r(P, \Pi_j)] + \lambda \cdot \min_{1 \leq s \leq n} [q_s \cdot r(P, \Pi_s)]], \quad P \in S$$

Функция $(GHur)''(q; \lambda; \tau)$ является линейной комбинацией непрерывных на множестве S функций $(GHur)''(P; q; \lambda)$ и $(GHur)'(P; q; \lambda)$, а, следовательно, сама является непрерывной. Таким образом, в соответствии с теоремой Вейерштрасса, функция $(GHur)''(q; \lambda; \tau)$ на любом непустом замкнутом подмножестве S множества S_A достигает своего наибольшего значения (названо *ценой игры синтетического критерия Гермейера-Гурвица*): $(GHur)''_{S, \max}(q; \lambda; \tau) = \max\{(GHur)''_S(P; q; \lambda; \tau) : P \in S\}$.

Оптимальной во множестве S будем считать стратегию $P^* \in S$ с наибольшим $(GHur)_S^{pr}(q; \lambda; \tau)$ -показателем эффективности среди $(GHur)_S^{pr}(q; \lambda; \tau)$ -показателей эффективности всех стратегий множества S :

$$(GHur)_S^{pr}(P^*; q; \lambda; \tau) = \max\{(GHur)_S^{pr}(P; q; \lambda; \tau) : P \in S\}.$$

Третий блок исследуемых вопросов связан с построением теоретико-игровой модели оптимизации выбора методов страховой защиты страховщика авиационных рисков, моделированием исходных данных на основе предложенной методики сценарного моделирования данных по авиационному портфелю, а также проведением анализа построенной модели.

Постановка задачи. На основании имеющейся информации по портфелю авиационных рисков страховой компании необходимо принять решение о выборе оптимального метода страховой защиты страховщика.

Решение задачи.

1. Моделирование исходных данных

Данный этап является наиболее важным и сложным, поскольку требует тщательного анализа данных по портфелю авиационных рисков страховой компании (как ретроспективных, так и прогнозируемых). В этой связи в диссертационной работе предложена следующая *методика моделирования данных по авиационному портфелю*.

Шаг 1 – Моделирование структуры портфеля (объекты страхования и страховые суммы). В зависимости от андеррайтинговой политики компании, а также на основе анализа тенденций в объеме и структуре авиационного портфеля выбирается правило и/или закон распределения, в соответствии с которым будут моделироваться страховые суммы по портфелю. В диссертационной работе при моделировании данных было сделано предположение о консервативности андеррайтинговой политики компании, в связи с чем было выбрано нормальное распределение для генерации страховых сумм портфеля авиационных рисков каско.

Шаг 2 – Моделирование убытков каждого типа по портфелю: разные сценарии развития ситуации. Анализ ретроспективных данных по авиационному портфелю должен проводиться с учетом динамики портфеля в течение рассматриваемого периода, а при отнесении убытка к той или иной группе должна проводиться корректировка размера убытка с учетом инфляции. На основе полученных данных по количеству и размеру убытков каждого типа в течение каждого из рассматриваемых периодов рекомендуется провести анализ вероятных причин получения наиболее и наименее

благоприятных результатов. Анализ рисков, занимающих существенную долю в общем объеме выплат по рассматриваемому портфелю, должен оказать помощь в корректировке андеррайтинговой политики компании, особенно, если по итогам проведенного факторного анализа будет выявлен ряд значимых факторов, характеризующих наиболее «неблагоприятные» риски в портфеле компании.

В рамках диссертационной работы был проведен анализ данных по авиационным убыткам одной из наиболее крупных российских страховых компаний с многолетним опытом страхования авиационных рисков. В качестве исходных данных были взяты показатели по количеству и размеру убытков следующих типов:

- 1) убытки, связанные с любыми повреждениями воздушного судна, которые не превысили размера франшизы, установленной договором страхования.
- 2) убытки, связанные с повреждением планера (корпуса воздушного судна);
- 3) убытки, связанные с повреждениями планера и двигателя воздушного судна;
- 4) убытки, связанные с повреждениями двигателя воздушного судна;
- 5) убытки, связанные с катастрофой воздушного судна.

В качестве наиболее и наименее благоприятных сценариев по критерию количества убытков были взяты соответствующие ретроспективных данные. Для определения наиболее вероятного сценария развития событий при анализе соответствующих данных был использован метод скользящей средней относительного количества убытков каждой группы за последние 5 лет.

Шаг 3 – Моделирование ставок премии. На основе Методики¹ расчета тарифных ставок по рисковым видам страхования рассчитана средняя тарифная ставка для риска. В рамках рассмотренной в работе задачи было сделано допущение, что Страховая компания несколько консервативна при выборе рисков, принимаемых на страхование, т.е. в портфеле компании отсутствуют риски, при тарификации которых применяется большое количество повышающих коэффициентов, что свидетельствует о повышенном риске. В этой связи в пакете анализа MS Excel для моделирования ставки премии для каждого объекта страхования было использовано нормальное распределение со средним значением, равным рассчитанной по Методике брутто ставке для риска.

После того, как были смоделированы несколько сценариев прохождения портфеля за рассматриваемый период по показателю брутто выплат по операциям прямого страхования и входящего перестрахования авиационных рисков, стала очевидной необходимость подбора и анализа методов страховой защиты страховщика.

¹ Методика расчета тарифных ставок по рисковым видам страхования (утв. распоряжением Росстрахнадзора от 08.07.1993 N 02-03-36).

Шаг 4 – Моделирование данных по перестраховочной защите. Расчеты проводятся в соответствии со стандартной техникой для каждого из рассматриваемых видов перестрахования. Для установления приоритетов в эксцедентных схемах в рамках диссертационного исследования проводился предварительный кластерный анализ данных по убыткам и страховым суммам портфеля рисков.

II. Математическая формализация задачи страхования авиационных рисков

Игроком в рассматриваемой игре является Страховая компания, перед которой стоит задача выбора оптимального метода страховой защиты страховщика. В работе рассмотрены следующие альтернативные чистые стратегии Игрока: A_1 – кватное перестрахование с собственным удержанием в размере 20%; A_2 – кватное перестрахование с собственным удержанием в размере 10%; A_3 – перестрахование на базе эксцедента сумм; A_4 – перестрахование на базе эксцедента убытка; A_5 – комбинированная схема перестрахования [кватное перестрахование с собственным удержанием в размере 40% и перестрахование на базе эксцедента убытка].

Природой в рассматриваемой игре являются условия, характеризующие совокупный размер годового убытка по смоделированному портфелю авиационных рисков. Природа может случайным образом пребывать в одном из $n=7$ взаимоисключающих состояний, соответствующих семи смоделированным сценариям относительно размера годового убытка.

Игрок (Страховая компания) путем экспертной оценки делает предположение относительно вероятности реализации каждого из 7-ми сценариев. В качестве выигрышей Игрока a_{ij} , $i=\overline{1,5}$; $j=\overline{1,7}$ принят кассовый результат Страховой компании по каждой программе перестрахования и для каждого сценария, т.е. при выборе ею метода страховой защиты страховщика A_i и при состоянии Природы P_j .

III. Решение игры заключается в нахождении оптимальных стратегий в смысле выбранного критерия оптимальности.

В диссертационном исследовании были проведены расчеты и соответствующий анализ оптимальных методов страховой защиты страховщика с помощью классических критериев принятия решений и критерия Гермейера-Гурвица относительно выигрышей, а также проведен сравнительный анализ полученных результатов: большинством классических критериев оптимальными были признаны только методы страховой защиты страховщика, основанные на пропорциональных видах перестрахования. В работе показано, что применение классических критериев в рассматриваемой задаче ограничено, т.к. результаты оказываются во многом

предопределены исходными данными и степенью принятия риска, задаваемой самим критерием, а не лицом, принимающим решение.

Анализ результатов поиска оптимального метода страховой защиты страховщика по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей в чистых стратегиях показал, что в зависимости от значения параметра λ , характеризующего степень принятия риска ЛПР, оптимальным может быть признан каждый из рассматриваемых методов страховой защиты страховщика.

Результаты, полученные средствами математического моделирования с использованием комбинированного критерия Гермейера-Гурвица вполне соответствуют сложившемуся на практике подходу к выбору метода страховой защиты страховщика. Близкое к нулю значение показателя оптимизма характеризует страховую компанию с достаточно осторожным подходом к выбору перестраховочной защиты. Менеджмент компании может сомневаться в отношении точности или адекватности прогнозов развития компании на будущий период или опыт компании еще недостаточен для проведения качественного анализа портфеля, или же компания проводит эксперименты по изменению структуры и состава авиационного портфеля – во всех этих случаях достаточно сложно точно спрогнозировать убытки по индивидуальным рискам, в связи с чем для компании наиболее предпочтительным будет пропорциональное деление риска, когда вне зависимости от количества убытков и размера конкретного убытка страховая компания получает возмещение долей убытка с перестраховщиков. При этом как раз наибольшей степени пессимизма компании соответствует квотный договор перестрахования с наименьшим собственным удержанием среди рассматриваемых вариантов. Небольшому повышению степени оптимизма соответствует увеличение собственного удержания при выборе квотного договора перестрахования. Дальнейшее увеличение показателя оптимизма страховой компании ведет к выбору комбинированной схемы перестрахования. Такая схема является весьма универсальной, поскольку с одной стороны создает «эффект подушки безопасности» [квотная часть перестраховочной защиты], а с другой стороны – уже позволяет проводить эксперименты по анализу индивидуального и совокупного годового брутто убытка путем варьирования размера приоритета в эксцедентном договоре. Грамотно составленная комбинированная схема перестрахования позволяет оптимизировать расходы на перестраховочную защиту. Наиболее сложными с точки зрения предварительных расчетов и прогнозов являются эксцедентные схемы перестрахования. В принципе, такие методы страховой защиты страховщика рассчитаны на страховые компании с некоторым опытом работы в области страхования

авиационных рисков, поскольку эффективность прохождения эксцедентных договоров перестрахования требует тщательного анализа ретроспективных данных по авиационному портфелю компании. Важным моментом при таком анализе является определение размера приоритета, поскольку большой размер приоритета хоть и будет давать компании некоторые выигрыши в плане цены перестраховочной защиты, однако при неправильном анализе и прогнозе размера индивидуального и совокупного убытка по портфелю может привести к тому, что перестраховочной защитой будут покрыты лишь катастрофические убытки, вероятность наступления которых достаточно мала, а основное бремя большого количества достаточно крупных убытков ляжет на бюджет страховой компании. Если же приоритет установлен на низком уровне, то страховая компания сталкивается с проблемой существенного увеличения стоимости перестраховочной защиты, что может оказаться неоправданными расходами, если по итогам года окажется, что, в принципе, относительно небольших по размеру убытков было не так много.

В силу специфики матрицы выигрышей минимальными элементами матрицы рисков Гермейера оказались нулевые значения, в связи с чем показатель неэффективности по критерию Гермейера-Гурвица превратился в показатель неэффективности по критерию Гермейера относительно рисков. Параметр λ в данном случае уже не выполняет предписанную ему функцию сглаживания наибольших и наименьших значений. Таким образом, полученный результат в части оптимальной стратегии A_1 (перестрахование на базе эксцедента сумм) вполне согласуется с реализованным подходом к определению оптимальной стратегии, поскольку анализ, проводимый на основе матрицы рисков как раз и нацелен на поиск оптимальных вариантов среди опций, в основе которых изначально заложено «недополучение», отклонение от максимального выигрыша.

Смешанную стратегию для рассмотренной задачи страхования авиационных рисков можно интерпретировать как определение средне-/ долгосрочной стратегии компании: как правило, договор перестрахования заключается на период в несколько лет с возможностью ежегодного пересмотра условий при возобновлении и – при необходимости – прекращения. Ведение перестраховочного портфеля является достаточно трудоемким процессом, и согласно обычаям делового оборота плохим тоном считается частая смена перестраховочной защиты при отсутствии серьезных оснований. Поиск решения в смешанных стратегиях зависит от конкретных параметров, задаваемых лицом, принимающим решение, поэтому в рамках

диссертационного исследования (в качестве иллюстрации подхода к анализу решения в смешанных стратегиях) поиск оптимального метода страховой защиты страховщика был выполнен при фиксированных значениях показателя пессимизма-оптимизма и для наиболее распространенных на практике видов перестрахования – квотного и перестрахования на базе эксцедента убытка. Произведенные расчеты и анализ решения в смешанных стратегиях относительно выигрышей и относительно рисков позволили показать, как построенная теоретико-игровая модель может использоваться при проведении средне-/ долгосрочного планирования и анализа методов страховой защиты страховщика.

III. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:

Статьи в журналах, определенных ВАК:

1). Штохова И.Н. Анализ задачи страхования космических рисков с применением комбинированного критерия Гермейера-Гурвица [текст] / Л.Г. Лабскер, И.Н. Штохова // Вестник Финансовой академии. М.: Финансы и Статистика, 2005. – № 3 (35). – С. 43-57. (1,12/0,56 п.л.)

2). Штохова И.Н. Выбор оптимального метода страхования авиационных рисков каско с помощью критерия Гермейера-Гурвица относительно выигрышей [текст] / И.Н. Штохова // Управление риском. М.: Анкил, 2009. – № 1 (49). – С. 44-49. (0,62 п.л.)

Статьи в других научных изданиях:

3). Штохова И.Н. Геометрический и аналитический методы решения игр с природой $2 \times n$ по критерию Гермейера-Гурвица относительно выигрышей (параграф 4.21 монографии «Теория критериев оптимальности и экономические решения») [текст] / И.Н. Штохова // Лабскер Л.Г. Теория критериев оптимальности и экономические решения: монография / Л.Г. Лабскер. – М.: КНОРУС, 2008. – с. 638-642. (0,22 п.л.)

4). Штохова И.Н. Отыскание стратегий, оптимальных по критерию Гермейера-Гурвица, в играх с природой $2 \times n$ и их применение к решению задачи страхования космических рисков [текст] / И.Н. Штохова // Материалы XLIV Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Математика / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2006. – С. 281-282. (0,11 п.л.)

5). Штохова И.Н. Теоретико-игровое моделирование принятия решений в задаче страхования рисков космических проектов [текст] / И.Н. Штохова // Современные

проблемы прикладной математики и математического моделирования: Материалы II Международной научной конференции. Воронеж: ГОУ ВПО «Воронежская государственная технологическая академия», 2007. – С. 216-217. (0,08 п.л.)

6). Штохова И.Н. Теоретико-игровое моделирование принятия решений в задаче страхования авиационных рисков [текст] / И.Н. Штохова // Материалы VI Международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Молодежь и экономика», том IV, 15 апреля 2009 г. – Ярославль: ВФЭА, 2009. – С. 215-216. (0,08 п.л.)

7). Штохова И.Н. Теоретико-игровое моделирование задачи страхования авиационных рисков с применением комбинированного критерия Гермейера-Гурвица [текст] / И.Н. Штохова // Моделирование социально-экономических процессов: современные тенденции и подходы: сборник научных статей по материалам Всероссийской конференции молодых ученых и студентов. Часть 2 / под науч. ред. канд. филос. наук, проф. В. А. Лихобабина, д-ра экон. наук, проф. М. И. Разумовской. – Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 2009, С. 232-236. (0,38 п.л.)

8). Штохова И.Н. Теоретико-игровое моделирование принятия решений в задаче страхования авиационных рисков [текст] / И.Н. Штохова // Менеджмент: управление в социальных и экономических системах: сборник статей Международной научно-практической конференции. /МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009, С. 184-187. (0,16 п.л.)

9). Штохова И.Н. Теоретико-игровое моделирование задачи страхования авиационных рисков с применением комбинированного критерия Гермейера-Гурвица [текст] / И.Н. Штохова // Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2009): Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (13-14 ноября 2009 г.). – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2009. – Ч. 1. – С. 327-332. (0,34 п.л.)

10). Штохова И.Н. Принятие решений в задаче страхования авиационных рисков с применением синтетического критерия Гермейера-Гурвица [текст] / И.Н. Штохова // Наука и современность – 2010. Сборник материалов I Международной научно-практической конференции. В 3-х частях. Часть 3 / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство «СИБПРИНТ», 2010. – С. 168-173. (0,3 п.л.)

(499) 788-7850
www.autoreferat.ru

